

Revue d’ethnoécologie

4 | 2013
Le palmier dattier

Graines d'histoire

Approche morphométrique de l'agrobiodiversité du palmier dattier, actuelle et d'Égypte ancienne

Seeds of history: A morphometric approach to date palm agrobiodiversity, in ancient Egypt and today

Claire Newton, Jean-Frédéric Terral, Sarah Ivorra, Muriel Gros-Balthazard, Claire Tito de Morais, Sandrine Picq, Margareta Tengberg et Jean-Christophe Pintaud



Éditeur
Laboratoire Eco-anthropologie et Ethnobiologie

Édition électronique
URL : http://ethnoecologie.revues.org/1580
DOI : 10.4000/ethnoecologie.1580
ISSN : 2267-2419

Référence électronique
Claire Newton, Jean-Frédéric Terral, Sarah Ivorra, Muriel Gros-Balthazard, Claire Tito de Morais, Sandrine Picq, Margareta Tengberg et Jean-Christophe Pintaud, « Graines d'histoire », *Revue d’ethnoécologie* [En ligne], 4 | 2013, mis en ligne le 31 décembre 2013, consulté le 30 septembre 2016. URL : http://ethnoecologie.revues.org/1580 ; DOI : 10.4000/ethnoecologie.1580



Graines d'histoire

Approche morphométrique de l'agrobiodiversité du palmier dattier, actuelle et d'Égypte ancienne

Seeds of history: A morphometric approach to date palm agrobiodiversity, in ancient Egypt and today

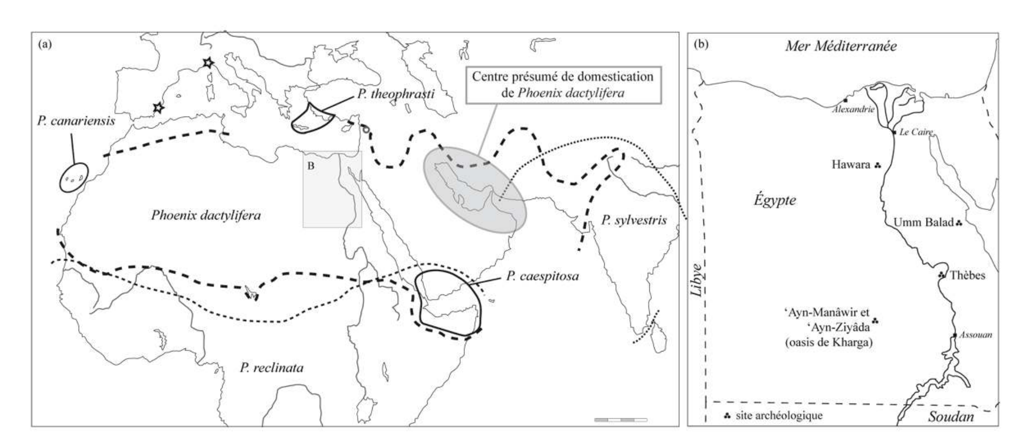
Claire Newton, Jean-Frédéric Terral, Sarah Ivorra, Muriel Gros-Balthazard, Claire Tito de Morais, Sandrine Picq, Margareta Tengberg et Jean-Christophe Pintaud

Introduction

1 Le palmier dattier, clé de voûte des agroécosystèmes oasiens, est distribué sur une aire qui s'étend de la province du Levant espagnol au Gujarat en Inde. La datte est un fruit sec de luxe des hivers européens et ressource alimentaire vitale pour qui vit ou traverse le désert, du Sahara au Thar *via* le Rub‘ al-Khali, ou les mers. Retracer sa longue histoire relève du défi, d'autant que son ancêtre, s'il a récemment été prouvé qu'il ne peut appartenir qu'à *Phoenix dactylifera* L. (Pintaud *et al.* 2010), n'a pu être localisé. Il existe des populations dites spontanées (non cultivées) de dattiers, mais l'absence de critères de discrimination entre populations cultivées, échappées des cultures (férales) et sauvages, nous empêche de les qualifier précisément (Munier 1973, Zohary & Spiegel-Roy 1975, Zohary & Hopf 2000).

2 Depuis les origines de la domestication du dattier, il est probable que les espèces proches génétiquement, et présentes en sympatrie ou péripatrie, aient contribué à son agrobiodiversité par hybridation. Ces espèces interfertiles avec *Phoenix dactylifera* sont *P. canariensis*, *P. atlantica*, *P. reclinata* et *P. sylvestris* (Figure 1a). Inversement, des individus issus d'agrosystèmes ont pu introgresser des populations spontanées (Gonzáles-Pérez *et al.* 2004, Gonzáles-Pérez & Sosa 2009). Il est donc envisageable que les formes ancestrales aient complètement disparu.

Figure 1 : a : Aire de répartition des espèces de *Phoenix* incluses dans cette étude ; b : Localisation des sites archéologiques d'où sont issues les graines anciennes analysées



3 Le palmier dattier fut l'une des premières espèces fruitières pérennes à être cultivées aux Proche et Moyen-Orient, avec le figuier, l'olivier et la vigne (Zohary & Spiegel-Roy 1975), mais ses origines géographiques et la chronologie de sa domestication sont encore mal connues. L'hypothèse la plus répandue et convenant le mieux à nos connaissances écologiques et archéologiques est une première domestication dans la région du golfe Persique (Figure 1a) (Beccari 1890, Popenoe 1973, Barrow 1998, Costantini & Audisio 2000, Tengberg 2003). Il n'est cependant pas exclu qu'il ait été domestiqué plusieurs fois, à plusieurs endroits et de manière indépendante.

4 Si les plus anciens témoins archéologiques de consommation de dattes, des graines carbonisées ou minéralisées, proviennent du golfe Persique et remontent à la fin du VIe millénaire (Beech & Shepherd 2001, Beech 2003), la culture du dattier associée à d'autres cultures en jardin d'oasis est attestée à partir du Ve millénaire en Mésopotamie (Neef 1991) et du IVe millénaire dans le sud-est de l'Iran (Costantini 1985) et dans la péninsule d'Oman (Cleuziou 1992). La phœniciculture (culture du dattier) était répandue dans toute la région du golfe Persique au IIIe millénaire (Tengberg 2003), puis se serait étendue à partir du IIe millénaire vers l'Afrique saharienne, dont l'Égypte. Cette expansion, qui se poursuit jusqu'aujourd'hui, a dû mettre en jeu des savoirs techniques et du matériel biologique, graines et/ou boutures.

5 Les restes archéologiques de dattiers les plus communs, les plus abondants, les mieux conservés même sous forme carbonisée et les plus faciles à identifier comme tels sont les graines. Afin d'améliorer l'identification de ces graines, nous avons mis au point un outil d'analyse de leur forme pouvant s'appliquer à la fois à du matériel actuel et archéologique. Cet outil est une méthode de morphométrie géométrique adaptée à l'objet étudié. Nous testons ici des critères de forme de la graine de datte obtenus grâce à une analyse géométrique. Les objectifs sont les suivants :
- différencier *Phoenix dactylifera* des autres espèces,
- caractériser l'agrobiodiversité actuelle de *P. dactylifera* et la comparer à celle d'individus non cultivés issus de populations d'Oman dont le statut (spontané ou subspontané) est inconnu,
- interpréter la structuration de l'agrobiodiversité actuelle en termes d'histoire biogéographique de la domestication du dattier,
- fournir un outil performant pour l'identification de formes ancestrales applicable à des graines archéologiques, avec ici une première application à des sites égyptiens.

Matériel et méthodes

Référentiel actuel

6 Le matériel utilisé pour cette étude (61 accessions[1]) comprend des graines de 45 cultivars (Tableau 1), 9 individus non cultivés de 3 populations spontanées ou subspontanées de *Phoenix* sp. en Oman et 5 autres espèces de *Phoenix* (Tableau 2). Pour chaque accession, 20 graines ont été analysées[2], soit en tout 1 220 graines. Les cultivars Fardh, Khalass et Zabad ont été utilisés dans les tests méthodologiques préliminaires.

7 Les individus non cultivés échantillonnés en Oman n'ont pas pu être identifiés à l'espèce avec certitude. Ils présentent des caractères physionomiques et architecturaux proches de *Phoenix dactylifera*. Ces individus poussent dans des oueds (entre 630 et 730 m d'altitude) éloignés des cultures actuelles de 2 à 5 km à vol d'oiseau dans un relief très accidenté, mais où l'on trouve des vestiges de terrasses agricoles non datés. Leur statut — féral ou sauvage — est inconnu, en l'absence de critère adéquat.

8 L'influence des conditions de croissance sur la forme de la graine a été estimée en comparant trois individus du cultivar Deglet Nour ; deux de Tunisie, un de Libye (Tableau 1).

Tableau 1. Présentation de la collection de graines de cultivars de *Phoenix dactylifera*

Collection *Phoenix*	N° d'accession	Origine présumée	Lieu d'échantillonnage
Variétés cultivées de *Phoenix dactylifera*			
Abou Da'an	152-ABD1	Oman	Jaalan Bani Bou Ali (Oman)
Abou Maan	172-AMA1	golfe Persique	Collection CRRAO, Degache (Tunisie)
Amhat	21-AMH4	Égypte	Saqqâra (Égypte)
Barhee	114-BAI3	Irak	CollectionWadi Qurayat (Oman)
Bou Feggous	76-BFE1	Maroc	Estación PHOENIX (Elche, Espagne)
Black Bousthami	75-BST1	Maroc	Estación PHOENIX (Elche, Espagne)
Deglet NourA[1]	186-DEG2	Tunisie	Collection CRRAO, Degache (Tunisie)
Deglet NourB[1]	1268-DEG3	Tunisie	Collection CRRAO, Degache (Tunisie)
Digla (Deglet Nour)[1]	1552-DIG1	Tunisie	Commerce, Ghadames (Libye)
Fardh	140-FAR1	Oman	CollectionWadi Qurayat (Oman)
Ghamly	26-GHA1	Égypte	Commerce (Marsa Matruh, Égypte)
Ghars Mettig 176	176-GME1	Algérie	Collection CRRAO, Degache (Tunisie)
Halawi	198-HAL2	Irak	Collection CRRAO, Degache (Tunisie)
Hassass	123-HAS1	Oman	CollectionWadi Qurayat (Oman)
Hayani	2-HAY1	Égypte	Zawit abu Musallem (Égypte)
Hilali	124-HIL1	Oman	CollectionWadi Qurayat (Oman)
Ibrahimi	93-IBR1	Syrie	Tadmor (Syrie)
Jabri	115-JAB1	Oman	CollectionWadi Qurayat (Oman)
Khadhrawi	203-KUI4R1	Arabie Saoudite	Collection CRRAO, Tozeur (Tunisie)
Khalass	141-KHO2	péninsule Arabique	CollectionWadi Qurayat (Oman)
Khasab	139-KAB1	golfe Persique	CollectionWadi Qurayat (Oman)
Khessab	171-KHE1	golfe Persique	Collection CRRAO, Degache (Tunisie)
La Confitera	81-CON1	Espagne	Estación PHOENIX (Elche, Espagne)
Lagou	216-LAG2	Tunisie	Midès (Tunisie)
Lemsi	213-LEM1	Tunisie	Gabès (Tunisie)
Lulu	125-LOU1	Oman	CollectionWadi Qurayat (Oman)
Mabseli	116-MAB1	Oman	CollectionWadi Qurayat (Oman)
Mazafati	1549-MAZ1	Iran	Inconnue
Medjool	83-MED1	Maroc	Estación PHOENIX (Elche, Espagne)
Naghal Hilali	128-NAH1	Oman	CollectionWadi Qurayat (Oman)
Nashu Al-Kasbah	122-NBA1	Oman	CollectionWadi Qurayat (Oman)
Nashu El-Wahra	127-NWA1	Oman	CollectionWadi Qurayat (Oman)
Qash Al-Wali	120-QWA1	Oman	CollectionWadi Qurayat (Oman)
Qash Bismin	119-QIN1	Oman	CollectionWadi Qurayat (Oman)
Qash Hamid *bin Gharib*	117-QHG1	Oman	CollectionWadi Qurayat (Oman)
Ramli	126-RAM1	Oman	CollectionWadi Qurayat (Oman)
Seima	121-SEI1	Oman	CollectionWadi Qurayat (Oman)
Siwi (Ṣaɛidi)	7-SIW3	Égypte	Zawit abu Musallem (Égypte)
Tamr	30-TAM1	Égypte	Oasis de Kharga (Égypte)
Tantabesht	174-TAN1	Algérie	Collection CRRAO, Degache (Tunisie)
Thoory	80-THO1	Algérie	Estación PHOENIX (Elche, Espagne)
Tijib	1254-TIJ	Mauritanie	Collection IRD, Montpellier (France)
Tiswin	1550-TIS1	Libye	Commerce, Ghadames (Libye)
Umm 'Asal	94-OMA1	Syrie	Commerce, Tadmor (Syrie)
Umm Al-Silla	158-OSI1	Oman	Barka (Oman)
Zabad	129-ZAB1	Oman	CollectionWadi Qurayat (Oman)
Zahidi (Zayidi) ou Saidi[2]	79-ZAY1	Irak ou Égypte	Estación PHOENIX (Elche, Espagne)

[1] Utilisées pour tester l'influence des conditions de croissance sur la forme des graines. « Digla » est le nom utilisé en Libye et correspond en fait à la variété cultivée « Deglet Nour ».
[2] La dénomination de cette variété est incertaine (possible homonymie). Son origine géographique est par conséquent également incertaine.

Tableau 2. Présentation des graines d'individus non cultivés de *Phoenix* et des autres espèces de *Phoenix* étudiées

Collection *Phoenix*	N° d'accession	Lieu d'échantillonnage / origine du matériel
Individus non cultivés		
Non cultivé 37	318-UNC37	Wadi Bid' (Oman)
Non cultivé 39	320-UNC39	Wadi Bid' (Oman)
Non cultivé 45	326-UNC45	Wadi Bid' (Oman)
Non cultivé 48	329-UNC48	Wadi Bid' (Oman)
Non cultivé 49	330-UNC49	Wadi Bid' (Oman)
Non cultivé 61	342-UNC61	Wadi al-Yâbis (Oman)
Non cultivé 62	343-UNC62	Wadi al-Yâbis (Oman)
Non cultivé 67	348-UNC67	Wadi Khutwah (Oman)
Non cultivé 69	350-UNC69	Wadi Khutwah (Oman)
Autres espèces de *Phoenix*		
P. caespitosa	1322-CAE	Kew Herbarium (R.-U.) – Nord Somalie (Gillett 23055)
P. canariensis	721-CAN1	Collection IRD (Pintaud1_46-77)
*P. reclinata*1	441-REC1	Madagascar (commerce)
P. theophrasti	1461-THE	Martsalos (Crète)
P. sylvestris	1319-SYL	Kew Herbarium (R.-U.) – Inde (Perianayagam 18896)

Matériel archéologique égyptien

9 Les formes de 151 graines archéologiques conservées par dessiccation provenant de 7 sites égyptiens ont été comparées à la collection de référence actuelle (Tableau 3, Figure 1b). Elles ont été photographiées *in situ*, sur les sites archéologiques ou en collection. La collection de Kew[3] comprend du matériel exporté d'Égypte au XXe s. suite à des fouilles britanniques : de la tombe de Toutânkhamon (KV 62) à Thèbes datant de la XVIIIe dynastie (Nouvel Empire), XIVe s. AEC) et du cimetière gréco-romain à Hawara dans le Fayoum (Ier s. AEC). Il s'agit dans ces deux cas d'offrandes funéraires.

Tableau 3. Contexte, datation et nombre de graines archéologiques de *Phoenix* par site

Site	Type de contexte / dénomination archéologique	Contexte culturel / Datation	Nb de graines
Thèbes	Tombe de Toutânkhamon (KV62) / TutanC55-C91	XVIIIe dynastie / XIVe s. AEC	3
'Ayn-Ziyâda	Dépotoir / ZMA007	Perse / ~Ve s. AEC	15
Hawara	Tombe / Kcat26729	Gréco-romain (~ Ier s. AEC)	24
	(F.N. Hepper 19.1978.12)		
Umm Balad	Dépotoir / UB3304 - UB2221	Haut Empire romain (Ier–IIe s. EC)	50
'Ayn-Manâwir	Habitation / MMS23	Haut Empire romain (Ier–IIe s. EC)	30
'Ayn-Manâwir	Tombe / MQ10T1H	Romain IIIe s. EC	2
Thèbes	Dépotoir / C3	~ VIIIe s. EC	27

10 Le reste des spécimens est issu de fouilles récentes. Trois sites sont localisés dans le sud de la dépression de Kharga (désert Libyque, Sahara oriental)[4]. À 'Ayn-Ziyâda, ZMA est une installation rurale d'époque perse (milieu Ve – deuxième moitié du IVe s. AEC) ; les graines viennent du dépotoir. À 'Ayn-Manâwir, MMS appartient à un ensemble d'installations du Haut Empire romain (Ier-IIe s.) et MQ10T1H est une tombe romaine datée du IIIe s. D'après les études archéobotaniques, un système agricole local de type oasien incluant la phœniciculture est attesté pour tous ces sites ; les dattes ont donc *a priori* été produites sur place (Newton *et al.* 2005, Newton *et al.* ce volume). De surcroît, la présence de palmiers dattiers est mentionnée dès l'époque perse dans les textes retrouvés sur ces sites, même si la production de dattes n'y est pas attestée (Agut-Labordère & Newton sous presse).

11 Umm Balad (Domitianè-Kainè Latomia)[5] est un habitat fortifié romain des montagnes du désert Oriental qui a servi de camp de base pour une carrière de pierre aux premiers

siècles de notre ère. Les graines de dattes viennent du dépotoir associé et représentent des résidus de consommation de fruits peut-être produits localement, mais plus vraisemblablement importés de la vallée du Nil, en Haute-Égypte[6].

12 Le matériel de Thèbes du début du VIII[e] s. EC (époque islamique) provient de la réoccupation de tombes (chapelles funéraires et cours extérieures) du Nouvel Empire dans la montagne par des ascètes coptes. Il s'agit d'une habitation-atelier et de dépotoirs associés[7] (Bavay 2007, Newton *et al.* en préparation). La documentation textuelle trouvée lors des fouilles archéologiques de ces mêmes sites indique que l'approvisionnement en denrées alimentaires, dont les dattes, était local, dans un rayon d'une dizaine de kilomètres (Boud'hors & Heurtel 2010).

Analyse de la forme des graines de datte

13 L'analyse de la forme des graines, actuelles et archéologiques, est basée sur le protocole méthodologique et analytique développé précédemment sur le pépin de raisin par Terral *et al.* (2010) et amélioré par Sandrine Picq (Picq *et al.* sous presse). La méthodologie, succinctement décrite ici, est détaillée ailleurs (Terral *et al.* 2012).

14 La graine est formée d'un albumen corné avec un petit embryon logé dans une cavité en périphérie. La rigidité de cet albumen a permis la bonne conservation des graines par dessiccation dans les contextes archéologiques. La structure morphologique de la graine présentant un contour fermé avec deux points repères homologues, la base et l'apex, se prête bien à la méthode des transformées elliptiques de Fourier (TEF) (Kuhl & Giardina 1982, Terral *et al.* 2010). Les graines ont été photographiées en vues dorsale et latérale, puis 64 points équidistants (pseudo-homologues) ont été positionnés de manière semi-automatique sur chaque contour, l'apex étant choisi comme point de départ. Les deux points homologues ne sont pas pris en compte dans les analyses. Les coordonnées orthogonales des 64 points ont été analysées par TEF.

15 Cette méthode consiste à décomposer le contour initial en une série de fonctions périodiques définies par des harmoniques (H) de longueur d'onde croissante permettant de décrire le contour avec une précision croissante (Crampton 1995). Chaque harmonique est décrite par quatre coefficients. Le nombre d'harmoniques nécessaires à une description des contours a été déterminé à 9 comme compromis entre efficacité de la description et minimisation des erreurs de mesure, à partir de mesures effectuées sur des graines des variétés Fardh et Zabad. L'harmonique H1 sert ici uniquement à standardiser la taille des contours par la surface qu'ils délimitent (Kuhl & Giardina 1982). Huit harmoniques (H2 à H9) ont donc été utilisées pour l'ensemble des analyses. Deux contours étant analysés (dorsal et latéral), le nombre de variables utilisées dans les statistiques est de 64 par graine.

Analyses statistiques

16 Le nombre optimal de graines à analyser par individu a été évalué à 20, nombre à partir duquel la variabilité des contours se stabilise chez les individus testés des variétés Fardh et Zabad (Terral *et al.* 2012). Le centroïde est défini comme la forme consensus des graines, ici 20, d'un individu.

17 L'ensemble des données ainsi obtenues a été traité par analyse factorielle discriminante (AFD). Une première AFD porte sur les 1 220 spécimens de référence afin de tester la

discrimination des différentes espèces de *Phoenix*. Une deuxième AFD porte sur les individus de *P. dactylifera* uniquement. La matrice des distances de Mahalanobis entre les centroïdes des individus (cultivés et subspontanés) a été utilisée pour l'analyse d'agrégation par la méthode UPGMA (*unweighed pair group method with arithmetic mean*), afin d'étudier la structuration de l'agrobiodiversité morphologique des graines. Cette structuration est basée sur les relations entre les groupes morphologiques, ou morphotypes, ainsi définis.

18 Les graines archéologiques égyptiennes ont été incluses dans les deux AFD sous forme d'individus supplémentaires. Chacune a été assignée par l'analyse à une espèce de *Phoenix* (première AFD), puis, dans le cas d'une assignation à *P. dactylifera*, à un morphotype (deuxième AFD). L'allocation d'une graine est considérée comme fiable si l'assignation est identique pour les deux AFD[8] et si la probabilité d'allocation est supérieure ou égale à 0,90.

19 Enfin, les fréquences des graines allouées aux différents morphotypes pour chaque site ont été traitées par analyse des correspondances (AC) afin de mettre en évidence des dynamiques d'agrobiodiversité. Les graines de la tombe de Toutânkhamon (3) et de la tombe de 'Ayn-Manâwir (2) n'ont été incluses qu'au titre de données supplémentaires dans l'AC, car elles représentent des pratiques funéraires et que le petit nombre de leurs graines par contexte est une trop faible contribution.

Résultats

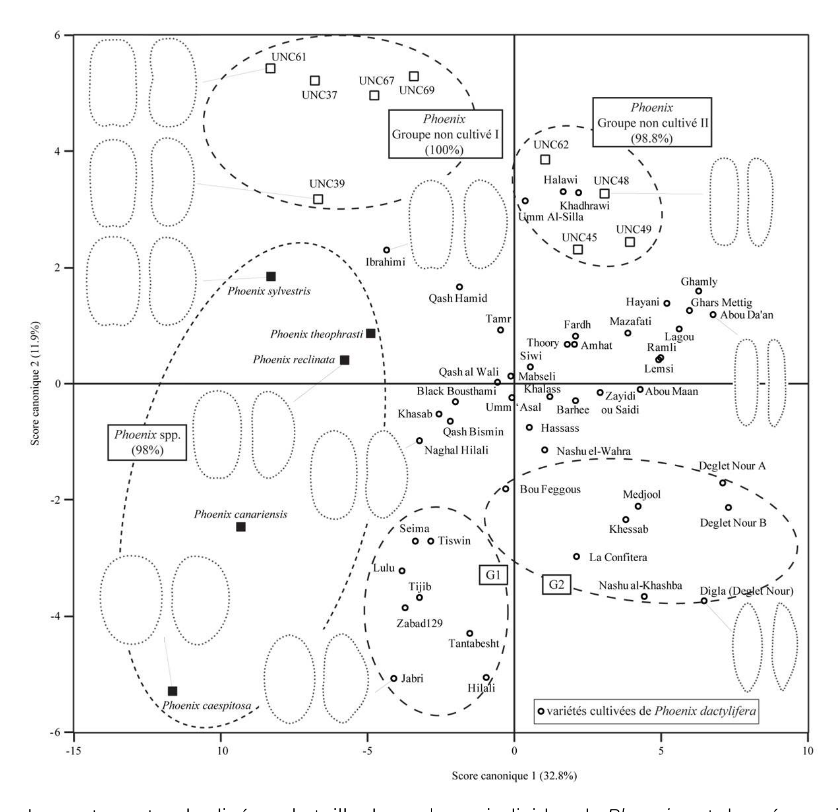
Influence des conditions de croissance sur la forme des graines

20 Les matrices de distances de Mahalanobis entre les centroïdes des trois lots de graines de la variété Deglet Nour montrent que ces accessions sont significativement plus proches les unes des autres que des autres variétés (Figure 2). Ce résultat montre également que les conditions de croissance n'affectent que faiblement la forme des graines.

Diversité morphologique au sein du genre *Phoenix*

21 Sur les deux premiers axes canoniques de la première AFD, les autres espèces de *Phoenix* se distinguent très bien de *P. dactylifera* (98 %) ainsi qu'un groupe d'individus non cultivés (Groupe non cultivé I) (Figure 2). Les autres individus non cultivés (Groupe non cultivé II) présentent en revanche une ressemblance nette avec des variétés cultivées présumées originaires du golfe Persique (Tableau 1, Figure 2). La structure morphologique de la diversité n'apparaît pas clairement liée à l'origine géographique des cultivars, mais deux groupes tendent cependant à se distinguer (G1 et G2), constitués en majorité de variétés respectivement orientales et occidentales (Figure 2).

Figure 2 : Représentation sur les deux premiers axes (44,7 % de la variance totale) des résultats de l'analyse discriminante, montrant la différenciation morphologique des espèces de *Phoenix* d'après la méthode des TEF



Le contour standardisé par la taille de quelques individus de *Phoenix* est donné pour illustrer la diversité morphologique. Les carrés noirs correspondent aux individus de *Phoenix* sauf *P. dactylifera*. Les carrés blancs correspondent aux individus de *Phoenix* subspontanés, dont l'espèce n'est pas précisément connue

22 L'analyse des agrégations par UPGMA, excluant les espèces « non-*dactylifera* » précédemment discriminées, permet de distinguer significativement plusieurs morphotypes (MT) (Figure 3). En effet, si l'on compare les groupes définis *a priori* à l'allocation *a posteriori* de l'ensemble des graines, le pourcentage de graines correctement allouées est de 96 %. Les morphotypes ont, au niveau d'agrégation choisi pour l'UPGMA, un taux de différenciation supérieur ou égal à 95 %.

23 Les groupes de *P. dactylifera* résolus par cette analyse sont au nombre de dix. Deux d'entre eux sont monovariétaux (MT2 : Nashu al-Kashba, MT3 : Deglet Nour). Deux autres comprennent des cultivars originaires d'une seule région : l'Afrique du Nord et l'Espagne (MT5[9]) et Oman dans la péninsule arabique (MT7). Cinq groupes sont un mélange de cultivars d'origines diverses (MT4, MT6, MT8, MT9 et MT10), les cultivars égyptiens étant répartis dans trois d'entre eux (MT6, MT9 et MT10).

24 L'hétérogénéité au sein des individus non cultivés d'Oman est confirmée par cette deuxième analyse. Les individus appartenant au groupe NCI dans la première AFD constituent le morphotype MT1, qui inclut aussi la variété cultivée syrienne Ibrahimi. Les autres se répartissent dans deux morphotypes de composition diverse, MT6 et MT10 (Figure 3).

Figure 3 : Dendrogramme UPGMA basé sur la distance de Mahalanobis minimale entre les individus non cultivés (*Phoenix* sp.) et les cultivars (*Phoenix dactylifera*) de dattier

Sont indiqués l'origine géographique des cultivars et, pour chaque morphotype identifié, le pourcentage de discrimination et les contours reconstruits en vues dorsale et latérale

Allocation des graines archéologiques (Tableau 4)

25 Toutes les graines des sites archéologiques égyptiens analysées sont allouées à *Phoenix dactylifera*, sauf une graine d'époque perse de 'Ayn-Manâwir, allouée à *P. reclinata*. Parmi les graines allouées à *P. dactylifera*, la plupart sont assignées à des groupes de cultivars, mais quelques-unes sont assignées à MT1, composé d'individus non cultivés. La graine assignée à *P. reclinata* l'a été avec une forte probabilité. Ce résultat singulier est donc significatif.

Tableau 4. Allocation du matériel archéologique égyptien aux morphotypes (MT) definis par l'UPGMA

Sites archéologiques (Datation)	*Phoenix reclinata*	*Phoenix dactylifera*							Non classées
		MT1[2]	MT4	MT5	MT6	MT7	MT9	MT10	
Thèbes[1] (XIVe s. AEC)	0	0	0	0	1	2	0	0	0
'Ayn-Ziyâda (Ve s. AEC)	1	3	5	0	4	0	0	0	2
Hawara (Ier s. EC)	0	4	4	0	8	0	0	3	6
Umm Balad (Ier-IIe s. EC)	0	1	1	0	24	4	0	13	7
'Ayn-Manâwir (Ier-IIe s. EC)	0	1	2	1	15	3	0	0	7
'Ayn-Manâwir (IIIe s. EC)	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Thèbes (VIIIe s. EC)	0	0	2	1	13	3	2	5	1

[1] Tombe de Toutânkhamon (KV62)
[2] Morphotype comprenant des individus non cultivés

26 Au niveau d'allocation considéré, 23 graines n'ont pas pu être classées, car, soit elles sont moins bien conservées morphologiquement, soit il n'existe aucun analogue actuel dans la

collection utilisée pour cette étude, soit ces formes ont aujourd'hui disparu. Les résultats de l'analyse des correspondances sont discutés plus loin (Figure 4).

Discussion

Différenciation morphologique au sein du genre *Phoenix*

27 On observe grâce à la première AFD une similitude morphologique entre les graines de *P. sylvestris, P. reclinata*, *P. theophrasti* et des individus non cultivés d'Oman (Groupe non cultivé I). Ces deux groupes sont pourtant bien discriminés par leur forme ; les graines de *Phoenix* spp. sont sub-sphériques, alors que celles des individus non cultivés d'Oman ont une rectangularité plus marquée (Figure 2). Cette ressemblance peut être interprétée comme une réponse à des pressions sélectives exprimées hors influence humaine, qui peuvent être liées à des facteurs environnementaux. Par conséquent, on peut proposer l'hypothèse que ces individus non cultivés ont une morphologie proche du morphotype sauvage ancestral. La variété Ibrahimi[10] aurait alors conservé un morphotype « archaïque », ce qui pourrait être expliqué par une faible pression sélective d'origine anthropique.

28 Les autres individus non cultivés (Groupe non cultivé II), qui montrent une affinité avec des cultivars orientaux (Figures 2-3), représenteraient plutôt des formes férales dérivant de la dispersion de graines d'individus cultivés dans des oasis plus ou moins éloignées, voire des palmeraies de bord d'oueds aujourd'hui abandonnées. Soulignons que les deux formes, « sauvage » et « férale », se côtoient dans les populations des oueds et au sein même des bosquets[11].

29 En complément de ces résultats morphométriques, une étude génétique a tout récemment confirmé l'identification de populations sauvages et de populations férales parmi ces populations non cultivées des montagnes d'Oman (Gros-Balthazard 2012, Gros-Balthazard *et al.* en préparation).

L'agrobiodiversité de *Phoenix dactylifera* et sa complexité

30 Les résultats ont montré que l'agrobiodiversité peut être partitionnée en morphotypes (MT). La conformité entre ces résultats et les données moléculaires issues d'analyses sur ces mêmes individus est en cours d'évaluation, comme l'illustre une contribution de l'équipe (Gros-Balthazard *et al.* ce volume). Ces résultats, ainsi que des données linguistiques qui suivent, nous permettent de préciser nos observations basées sur les caractères morphologiques.

31 Les variétés La Confitera, Bou Feggous et Medjool sont proches des points de vue génétique et morphologique (Figure 3, Ferry *et al.* 2002, Pintaud 2010). Hilali et Naghal Hilali, morphologiquement semblables (Figure 3), seraient également apparentées : en effet, Naghal Hilali serait une descendante directe (« fille ») de Hilali, Naghal signifiant « bâtard (de) », donc « descendant de » (Popenoe 1973). Hayani et Ghamli, qui pourraient être une même variété d'après la morphométrie, représentent sans doute une confusion de translittération de l'arabe[12]. Ghamli devrait ainsi être renommée Ramli (ou Hayani). En revanche, l'individu d'Oman identifié comme Ramli n'est pas morphologiquement proche des individus précédents (Figure 3). Cela pourrait exemplifier l'emploi d'un même nom pour des variétés distinctes[13]. Ces exemples illustrent que l'analyse de forme peut

efficacement décrire l'agrobiodiversité du palmier dattier et notamment identifier des groupes de variétés apparentées, bien que l'utilisation de la diversité morphologique pour inférer des relations phylogénétiques reste sujette à caution.

32 Dans l'ensemble, la diversité morphologique est structurée de manière complexe et sans être liée seulement à l'origine géographique des cultivars (Figure 3), même si quatre groupes sont constitués de cultivars provenant d'une seule région. La majorité des morphotypes comprend des cultivars d'origines diverses. Cela s'explique par la complexité des réseaux de diffusion des techniques culturales et du matériel biologique au cours des six derniers millénaires et par le croisement durant ce temps de variétés d'origines différentes.

33 En effet, la culture du dattier repose sur un système mixte de multiplication, sexuée et végétative (clonale). La technique de multiplication clonale traditionnelle consiste à planter les rejets de stipe de palmiers remarquables sélectionnés ; cette technique concerne principalement les femelles, constituant ainsi les cultivars fruitiers, mais aussi parfois des individus mâles. La pollinisation, rendue plus efficace par l'action humaine, permet de n'avoir dans une plantation que quelques individus mâles pour une majorité de femelles productrices de dattes et d'obtenir un meilleur taux de fécondation, conférant ainsi une valeur commerciale au pollen (Munier 1973, Zaid 1999, Peyron 2000). En sus du clonage, certains des individus issus de graine sont conservés par les phœniciculteurs surtout dans les jardins oasiens et contribuent ainsi à une agrobiodiversité qui inclut les variétés clonales cultivées localement.

34 La diffusion et l'évolution du palmier dattier sont étroitement liées à sa diécie[14] et à ce double mode de multiplication, qui a contribué à minimiser la dépression de consanguinité, à maintenir une grande diversité génétique et donc un potentiel d'adaptation à de nouvelles conditions de croissance et de nouveaux critères de sélection. Ces mécanismes sous-tendent la diversification variétale du dattier, qui a notamment mené à la diversité de forme des graines (Figures 2-3). Des agro-lignées ont pu être constituées à partir d'un ou plusieurs centres de domestication à présent non connus, avant d'être mélangées au fil des migrations humaines. Les approches génétiques commencent à nous offrir un éclairage complémentaire sur l'histoire du dattier. Elles semblent notamment confirmer l'existence d'au moins deux centres de domestication, un à l'est de l'aire de distribution du dattier, dans la région du golfe Persique, l'autre à l'ouest, dont la délimitation est encore imprécise (Gros-Balthazard 2012).

Aperçu de l'histoire de l'agrobiodiversité du dattier en Égypte

35 Deux morphotypes de dattiers cultivés sont attestés en Égypte dès le XIVe s. AEC (tombe de Toutânkhamon, KV62) : MT6 et MT7 (Tableau 4). Leur culture locale est probable à cette époque où les attestations archéobotaniques, iconographiques et textuelles du dattier se multiplient (Tengberg & Newton à paraître). Cependant, le caractère exceptionnellement riche de la tombe royale laisse penser que certaines offrandes ont pu être importées. MT6 est composé de variétés d'origines diverses et de formes interprétées comme férales. Ce morphotype est le plus fréquent dans tous les grands assemblages archéologiques égyptiens étudiés à partir de l'époque gréco-romaine. Il comprend dans la collection de référence des variétés égyptiennes, dont une d'importance commerciale cultivée dans plusieurs régions d'Égypte, Siwi (nommée à Siwa Ṣaɛidi, voir aussi sur cette variété Battesti ce volume), et trois variétés du golfe Persique. Cela indiquerait une

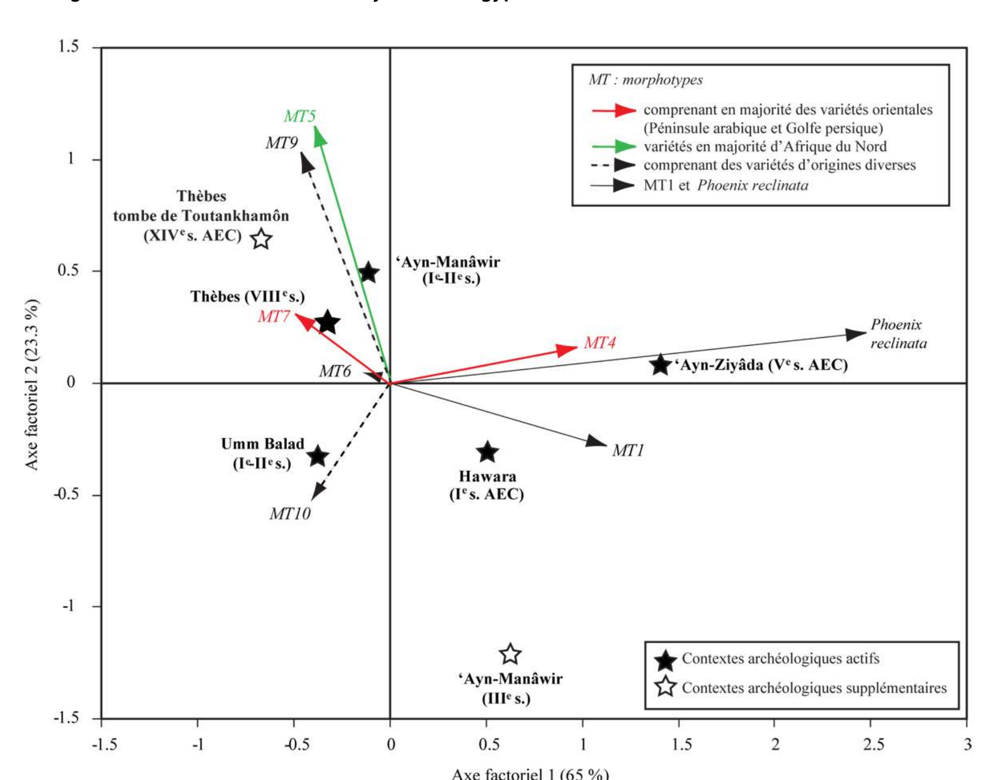
introduction ancienne de matériel biologique en provenance du golfe Persique à l'époque perse (Ve s. AEC), voire dès le Nouvel Empire. Ces formes ont eu tellement de succès en Égypte qu'elles y sont encore cultivées, phénomène déjà observé sur des morphotypes d'olives (Newton *et al.* 2006). La structure géographique de ces variétés cultivées semble dessiner une voie de diffusion passant par l'Égypte, depuis un centre de domestication présumé oriental jusqu'aux régions occidentales.

36 Le morphotype MT7, composé uniquement de cultivars de la péninsule Arabique, aurait aussi été introduit anciennement en Égypte. Après le contexte du Nouvel Empire, ce type n'est plus attesté avant le Haut Empire romain, quatorze à quinze siècles plus tard, mais cela peut être dû à l'échantillonnage archéologique. Le matériel de la tombe de Toutânkhamon examiné comprend en majorité des fruits entiers qui n'ont pas été décortiqués pour cette étude, et dont une proportion significative sont des fruits parthénocarpiques[15]. Ces fruits ne sont aujourd'hui pas prisés dans les régions phœnicicoles ; on les donne à manger au bétail (obs. pers.). Leur présence dans ce dépôt funéraire royal en mélange à des fruits entiers pose donc question. Est-elle délibérée, illustrant un choix et une appréciation de ces fruits, pour une raison gustative ou symbolique ? Sinon, elle pourrait montrer une maîtrise imparfaite des pratiques culturales du dattier en Égypte à la XVIIIe dynastie. Que le dattier soit natif d'Égypte ou introduit du golfe Persique, les techniques de culture n'auraient pas été complètement acquises, en particulier la pollinisation artificielle.

37 Un nombre non négligeable de graines assignées au type MT1, interprété comme un morphotype « archaïque » ou ancestral « sauvage », provient de sites datés entre le Ve s. AEC et le IIIe s EC. Pour les sites de l'oasis de Kharga, ces formes sauvages étaient sans doute exploitées localement. Aucune population sauvage n'est actuellement reconnue sans ambigüité en Égypte, bien que des individus aient été signalés (Boissier *in* Munier 1973). La question pour ces formes est donc de savoir si elles représentent des populations locales natives, d'Égypte ou du Sahara, ou bien si elles ont été introduites avec les formes cultivées orientales. À l'époque romaine, on ne trouve plus ce morphotype que sporadiquement et il n'est pas retrouvé à Thèbes au VIIIe s. EC (Tableau 4).

38 Un résultat remarquable complémentaire est l'assignation d'une graine d'époque perse de l'oasis de Kharga à *P. reclinata*. Cette espèce est actuellement distribuée en Afrique sub-saharienne, dont la corne de l'Afrique, et dans le sud-ouest de la péninsule Arabique (Barrow 1998). Des contacts et échanges sont attestés très tôt, à partir du IIIe millénaire, entre l'Égypte et des régions plus méridionales, peut-être sur les deux rives de la mer Rouge, le fameux « pays de Pount » (Shaw 2000). L'attestation unique de *P. reclinata* pourrait représenter cette connexion entre l'Égypte et ces régions, ici par la voie saharienne des routes caravanières, le long d'une desquelles se situe l'oasis de Kharga (Shaw 2000, Kuhlmann 2001).

Figure 4 : Résultats de l'allocation des graines archéologiques aux différents morphotypes (MT) soumis à une analyse des correspondances, montrant les variations temporelles et géographiques de l'agrobiodiversité de *Phoenix dactylifera* en Égypte ancienne



39 L'analyse des correspondances réalisée sur les fréquences d'allocation aux différents morphotypes met en évidence les changements d'agrobiodiversité entre le ve s. AEC et le viiie s. EC (Figure 4). La fréquence de MT1 et MT4 baisse au profit de l'augmentation des formes MT5, MT7, MT9 et MT10. On note également une diversification des formes cultivées à partir du Haut Empire romain, en lien avec l'influence romaine sur l'agriculture et le commerce égyptiens suite à l'établissement de l'Égypte comme province romaine en 30 AEC (Peacock 2000, Cappers 2006). À cette période apparaît une différence entre sites selon leur localisation ; le dépotoir du désert Oriental, dont les dattes étaient probablement importées de la vallée du Nil, comporte le morphotype MT10, absent du site oasien du désert Libyque mais retrouvé dans la vallée au viiie s. Cette différence peut être due aux conditions agroécologiques distinctes entre oasis et vallée du Nil, ou à des préférences régionales d'ordre culturel[16]. Enfin, un morphotype comprenant essentiellement des variétés occidentales, MT5, émerge au Haut Empire romain (oasis de Kharga) et se retrouve au viiie s. à Thèbes, reflétant de nouveau la contribution de l'empire romain à la diffusion des plantes cultivées et des cultivars à l'échelle du bassin méditerranéen.

Conclusions

40 La méthode des transformées elliptiques de Fourier nous a permis de quantifier la différentiation morphologique des graines au sein d'un groupe d'espèces de *Phoenix*, à différents niveaux de résolution spatiale et temporelle.

41 L'espèce *Phoenix dactylifera* est ainsi clairement distinguée des autres espèces étudiées (*P. canariensis, P. reclinata, P. sylvestris* et *P. theophrasti*) et est elle-même structurée en dix groupes morphologiques (morphotypes). La diversité morphologique au sein de l'espèce est faiblement liée à l'origine géographique des cultivars, seuls quelques types (MT2, MT3, MT5 et MT7) présentent une cohérence géographique. Cette structuration complexe de la diversité reflète la longue histoire biogéographique du palmier dattier sur l'ensemble de son aire de répartition, où des formes ont pu être domestiquées indépendamment.

42 Les données archéologiques indiquent la présence de formes domestiques en Égypte dès le Nouvel Empire (XIVe s. AEC). Elles semblent provenir de la région du golfe Persique, qui serait un centre ancien de domestication du palmier dattier. Cependant, la présence de graines morphologiquement proches de populations actuelles définies comme sauvages réactive la question de la présence en Égypte de populations spontanées de dattier préalablement à sa mise en culture (Tengberg & Newton à paraître). La dynamique d'agrobiodiversité du dattier en Égypte est marquée par une diversification des formes cultivées et par la baisse de fréquence des formes ancestrales entre la période perse et le Haut Empire romain, puis par l'apparition possible de formes d'origine occidentale au Haut Empire romain (MT5).

Ces travaux n'auraient pas été possibles sans la collaboration des personnes suivantes, sur le terrain et dans les institutions :
- En Égypte, Emad Adly (Ifao) et Badawi, Abeid Mohammed Mahmoud (Ifao) et Hussein Mos'ad (Oasis de Kharga) ;
- En Espagne, Michel Ferry, Susi Gómez Vives et Antonio (Estación Phoenix, Elche) ;
- En Tunisie, Salwa Zehdi-Azouzi (Université de Tunis) et Fakhri Azouzi, Abdelmagid Rhouma, Ali Zouba et Choubri Bayoud (Centre régional de recherches sur l'agriculture oasienne, Degache) et la famille Bensalah à Midès ;
- Aux Royal Botanic Gardens de Kew (R.U.), William Baker (Herbarium, Palm section) et Mark Nesbitt (Economic Botany collection) ;
- Au Sultanat d'Oman, Saalem Al Kindi (ministère de l'Agriculture), Mohammed El Humaid Al-Marzouqi, Eng. Naser El Abri et Eng. Khaled Said El Hashmi (Banques de variétés de Palmier dattier de l'Intérieur et de l'Est) et Ghaliya el-Mammari (University of Nottingham) ;
- Aux É.A.U., Gary Feulner, Binish Roobas, Brian Holmes, Brigitte Howarth et Jody Healy (Emirates Natural History Group) ;
- Au Maroc, Mohammed Aziz Elhoumaizi (Université Mohammed 1er) ;
Patrice De Rijk (University of Nottingham), Robert Castellana (CRP) et Sandrine Chauchard (Université de Nancy).
Le Conseil suprême des antiquités égyptiennes a rendu possible les fouilles et les études de matériel archéologique en Égypte. L'Institut français d'archéologie orientale (Le Caire, Égypte) a permis et soutenu les études archéobotaniques de Claire Newton dans l'oasis de Kharga et le désert Oriental. La Mission archéologique dans la nécropole thébaine du FNRS-Université libre de Bruxelles-Université de Liège a permis les travaux archéobotaniques à Cheikh 'Abd el-Qurna. Nous tenons à remercier, pour leur collaboration, les directeurs des fouilles archéologiques Michel Wuttmann (Ifao), Hélène Cuvigny (CNRS) et Laurent Bavay (ULB), ainsi que leurs équipes.
Enfin, ces travaux ont été financés par les programmes ANR « Phoenix » et « Fructimedhis » et par des bourses doctorales, du ministère de la Recherche à Muriel Gros-Balthazard et du CNRS / Région Languedoc-Roussillon à Sandrine Picq.

BIBLIOGRAPHIE

Agut-Labordère D. & Newton C. 2013 - L'économie végétale à 'Ayn-Manâwir à l'époque perse : archéobotanique et sources démotiques. *ARTA* 2013.005 (en ligne), 49 p., disponible en ligne : http://www.achemenet.com/document/ARTA_2013.005-Agut-Newton.pdf

Barrow S. 1998 - A monograph of *Phoenix* L. (Palmae: Coryphoideae). *Kew Bulletin* 53 : 513-575.

Bavay L. 2007 - La Tombe thébaine d'Aménémopé, vizir d'Amenhotep II. *Égypte, Afrique & Orient* 45 : 7-20.

Beccari O. 1890 - Revista monographica delle specie del genere *Phoenix* Linn. *In Malesia. Raccolta di Osservazioni botaniche intorno alle piante dell'Arcipelago Indo-Malese e Papuano, pubblicata da O. Beccari ; destinata principalmente a descrivere le piante da esso raccolte in quelle regioni durante i viaggi eseguiti dall'anno 1865 all'anno 1876*, volume 3. Florence : 345-416.

Beech M. & Shepherd E. 2001 - Archaeobotanical evidence for early date consumption on Dalma Island, United Arab Emirates. *Antiquity* 75 : 83-89.

Beech M. 2003 - Archaeobotanical evidence for early date consumption in the Arabian Gulf. *In The date palm – from traditional resource to green wealth*, The Emirates Center for Strategic Studies and Research, Abu Dhabi : 11-31.

Boud'hors A. & Heurtel C. 2010 - *Les ostraca coptes de la TT29. Autour du moine Frangé.* 2 volumes. CReA, Bruxelles, 86 pl., 565 p.

Cappers R.T.J. 2006. - *Roman Foodprints at Berenike. Archaeobotanical Evidence of Subsistence and Trade in the Eastern Desert of Egypt*, UCLA, Los Angeles, 229 p.

Cleuziou S. 1992 - The Oman Peninsula and the Indus Civilization : A Reassessment. *Man and the Environment* 17 (2) : 93-103.

Costantini L. 1985 - Considerazioni su alcuni reperti di palma da dattero e sul centro di origine e l'area di coltivazione della *Phoenix dactylifera* L. *In* Gnoli G. & Lanciotti L. (éds.), *Orientalia Josephi Tucci Memoriae Dicata.* Serie Orientale 56 (1). Istituto Italiano per il Medio ed Estremo Oriente, Rome : 209-218.

Costantini L. & Audisio P. 2000 - Plant and Insect Remains from the Bronze Age site of Ra's al-Jinz (RJ-2), Sultanate of Oman. *Paléorient* 26 (1) : 143-156.

Crampton J. S. 1995 - Elliptic Fourier shape analysis of fossil bivalves : some practical considerations. *Lethaia* 28 : 179-186.

Ferry M., Gómez S., Jimenez E., Navarro J., Ruiperez E. & Vilella J. 2002 - The date palm grove of Elche, Spain : research for the sustainable preservation of a world heritage site. *Palms* 46 (3) : 139-148.

González-Pérez M.A., Caujapé-Castells J. & Sosa P.A. 2004 - Molecular evidence of hybridisation between the endemic *Phoenix canariensis* and the widespread *P. dactylifera* with Random Amplified Polymorphism DNA (RAPD) markers. *Plant Systematics and Evolution* 247 : 165-175.

González-Pérez M.A. & Sosa P.A. 2009 - Hybridization and introgression between the endemic *Phoenix canariensis* and the introduced *P. dactylifera* in the Canarian Island. *The Open Forest Science Journal* 2 : 78-85.

Gros-Balthazard M. 2012 - *Sur les origines, l'histoire évolutive et biogéographique du palmier dattier (* Phoenix dactylifera *L.) : apports de la génétique et de la morphométrie.* Thèse de doctorat, Université Montpellier II, 377 p.

Gros-Balthazard M., Newton C., Ivorra S., Tengberg M., Pintaud J.-C. & Terral J.-F., ce volume - Origines et domestication du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) : état de l'art et perspectives d'étude.

Gros-Balthazard M., Ivorra S., Newton C., Al-Mammari A.G., Vigouroux Y., Pintaud J.-C. & Terral J.-F. en préparation - Combined morphometric and genetic analyses support the existence of wild date palms (*Phoenix dactylifera* L.) in Oman.

Kuhl FP & Giardina CR. 1982 - Elliptic Fourier features of a closed contour. *Computer Graphics and Image Processing* 18 : 259-278.

Kuhlmann K.P. 2001 - The "Oasis Bypath" or The Issue of Desert Trade in Pharaonic Times. *In* Jennerstrasse 8 (éd.), *Tides of the desert : contributions to the archaeology and environmental history of Africa in honour of Rudolph Kuper.* Africa Praehistorica 14. Heinrich-Barth-Institut, Köln : 125-170.

Munier P. 1973 - *Le palmier dattier*. Maisonneuve & Larose, Paris, 221 p.

Neef R. 1991 - Plant remains from archaeological sites in lowland Iraq : Tell el'Oueil. *In* Huot J.-L. (éd.), *Oueili. Travaux de 1985.* Éditions Recherches sur les civilisations, Paris : 322-329.

Newton, C., Gonon, T. & Wuttmann, M. 2005 - Un jardin d'oasis d'époque romaine à 'Ayn-Manâwir (Kharga, Égypte). *Bulletin de l'Institut français d'archéologie orientale* 105 : 167-196.

Newton C., Terral J.-F. & Ivorra S. 2006 - The Egyptian olive (*Olea europaea* subsp. *europaea*) in the later first millennium BC : origins and history using the morphometric analysis of olive stones. *Antiquity* 80 : 405-414.

Newton C., Whitbread T., Agut-Labordère D., Wutmann M. ce volume - L'agriculture oasienne à l'époque perse dans le sud de l'oasis de Kharga (Égypte, Ve-IVe s. AEC).

Newton C., Delattre A. & Bavay L. en préparation - Une vie d'ascète sur la montagne de Djémé ; ostraca et archéologie.

Peacock D. 2000 - The Roman Period (30 BC- AD 395). *In* Shaw I. (éd.), *The Oxford History of Ancient Egypt*, Oxford University Press, Oxford: 414-436.

Peyron G. 2000 - *Cultiver le palmier-dattier*. GRIDAO, Montpellier & Ministère de l'Agriculture et du développement rural de Djibouti, Djibouti, 113 p.

Pintaud J.-C. 2010 - Modèle de domestication et structure de l'agrobiodiversité du dattier. *In* Aberlenc-Bertossi F. (éd.), *Biotechnologies du palmier dattier*. IRD Editions, France : 107-112.

Pintaud J.-C., Zehdi S., Couvreur T., Barrow S., Henderson S., Aberlenc-Bertosi F., Tregear J. & Billotte N. 2010 - Species delimitation in the genus Phoenix (Arecaceae) based on SSR markers, with emphasis on the identity of the Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.). *In* Seberg O., Petersen G., Barfod A. & Davis J. (éds.), *Diversity, phylogeny and evolution in the Monocotyledons.* Aarhus University Press, Danemark : 267-286.

Popenoe P. 1973 [1924] - *The Date Palm*. Field Research Projects, Miami, 247 p.

Shaw I. 2000 - Egypt and the outside world. *In* Shaw I. (éd.), *The Oxford History of Ancient Egypt*. Oxford University Press, Oxford : 308-323.

Tengberg M. 2003 - Archaeobotany in the Oman Peninsula and the role of Eastern Arabia in the spread of African Crops. *In* Neumann K., Butler A. & Kahlheber S. (éds.), *Food, Fuel and Fields.*

Progress in African Archaeobotany. Africa Praehistorica. Monographien zur Archäologie und Umwelt Afrikas, Heinrich-Barth-Institut, Köln : 229-237.

Tengberg M. & Newton C. à paraître - Origine et évolution de la phœniciculture au Moyen-Orient et en Égypte. *In* Ruas M.-P., Bouby L., Durand A., Boissinot P., Mane P., Pradat B., Puig C. & Terral J.-F. (éds.), *Des fruits d'ici et d'ailleurs : Archéologie et histoire de quelques fruits consommés en Europe*, Actes du colloque international *Histoire des fruits, Pratiques des savoirs et savoirs en pratiques*, Toulouse, 29-31 mars 2007, éditions Omnisciences, Paris.

Terral J.-F., Tabard E., Bouby L., Ivorra S., Pastor T., Figueiral I., Picq S., Chevance J.-B., Jung C., Fabre L., Tardy C., Compan M., Bacilieri R., Lacombe T. & This P. 2010 - Evolution and history of grapevine (*Vitis vinifera* L.) under domestication : new morphometric perspectives to understand seed domestication syndrome and reveal origins of European ancient cultivars. *Annals of Botany* 105 : 443-455.

Terral J.-F., Newton C., Ivorra S., Gros-Balthazard M., Tito De Morais C., Picq S., Tengberg M. & Pintaud J.-C. 2012 - Insights into the historical biogeography of the date palm (*Phoenix dactylifera* L.) using geometric morphometry of modern and ancient seeds. *Journal of Biogeography* 39 : 929-941.

Zaid A. (éd.) 1999 - *Date palm cultivation*. FAO Plant production and protection paper 156. FAO, Rome. En ligne, URL : www.fao.org/docrep/006/y4360e/y4360e00.htm.

Zohary D. & Hopf M. 2000 - *Domestication of plants in the Old World. The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley*, 3e éd. Oxford University Press, New York, 316 p.

Zohary D. & Spiegel-Roy P. 1975 - Beginnings of Fruit Growing in the Old World. *Science* 187 : 319-327.

NOTES

1. Dans cet article, un individu biologique est un palmier. La plupart des accessions sont des individus. Pour les graines obtenues par des voies commerciales, le lot n'est pas toujours attribuable à un individu unique si les fruits étaient vendus en vrac ; c'est le cas pour quatre cultivars (Tableau 1). Un spécimen est une graine de datte.

2. Nombre déterminé statistiquement (voir ci-dessous, « Analyses statistiques », et Terral *et al.* 2012).

3. Economic Botany collection, Royal Botanic Gardens, Kew, Royaume-Uni.

4. Fouilles dirigées par Michel Wuttmann, de l'Ifao (Institut français d'archéologie orientale).

5. Site fouillé en 2001-2002 sous la direction d'Hélène Cuvigny (IHRS, CNRS) avec la collaboration de l'Ifao.

6. Données archéobotaniques inédites (Newton).

7. Fouilles de la Mission archéologique dans la nécropole thébaine (ULB-FNRS) sous les directions de Roland Tefnin, puis Laurent Bavay.

8. Uniquement pour les spécimens assignés à *P. dactylifera* dans la première AFD : s'ils le sont toujours dans la deuxième.

9. Si l'on ne tient pas compte de Zahidi / Saidi dont l'origine est incertaine.

10. Variété cultivée à notre connaissance uniquement dans l'oasis de Tadmor (Palmyre) en Syrie.

11. Par exemple UNC61 et UNC62.

12. En effet, Popenoe (1973 : 222) note que Ramli est un synonyme connu de Hayani, et Ghamli a pu être mal orthographié lors de la collecte des spécimens ; les deux sont des cultivars égyptiens.

13. Dans ce cas, « *ramlî* » signifie « sableux » en arabe, un qualificatif peu spécifique.

14. Les organes de reproduction mâles et femelles se trouvent sur des individus séparés. Ainsi, il y a des dattiers mâles et des dattiers femelles.
15. Fruits formés en l'absence de fécondation et ne comportant donc pas de graine.
16. On retrouve encore aujourd'hui des différences régionales dans les variétés cultivées, avec des préférences portant entre autres sur le stade de récolte des dattes, qui a des conséquences sur leur entreposage.

RÉSUMÉS

Notre objectif principal est de comprendre l'origine, l'histoire, la biogéographie historique et les mécanismes de la domestication du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). À cet effet, la diversité morphologique du dattier a été étudiée, grâce à l'analyse de la forme de ses graines par la méthode des transformées elliptiques de Fourier (TEF).
Le matériel biologique actuel utilisé consiste en des graines de trois types de dattiers ; des individus de *Phoenix* non cultivés dans des populations isolées d'Oman, des variétés cultivées de dattier *P. dactylifera* et des individus d'autres espèces de *Phoenix*. Les résultats montrent en premier lieu que *Phoenix dactylifera* peut être distingué des autres espèces de *Phoenix*. En deuxième lieu, des caractères ancestraux de la forme des graines ont pu être reconnus dans des populations non cultivées. Enfin, la structuration géographique de l'agrobiodiversité au sein de *Phoenix dactylifera* paraît complexe. Le patron de répartition spatiale des formes de graines observé reflète des voies de dispersion anthropiques, depuis un ou plusieurs « centres de domestication » initiaux.
Ces travaux fournissent également un outil performant pour l'identification de formes anciennes ; nous l'avons appliqué à des graines archéologiques conservées par dessiccation provenant de sites égyptiens (XIVe s. AEC - VIIIe s. EC), dont nous avons comparé les formes au modèle de référence établi sur le matériel biologique. L'allocation des graines archéologiques aux formes de *Phoenix* et aux morphotypes de dattier révèle les formes consommées et/ou exploitées anciennement en Égypte, et met en évidence des dynamiques spatialisées de son agrobiodiversité.

The main aim of this work is to understand the origin, history, historical biogeography, and mechanisms of date palm domestication (*Phoenix dactylifera* L.). For that purpose, the morphological diversity of the date palm was studied through seed shape analysis, using the Elliptic Fourier Transforms (EFT) method.
The biological material used comprises seeds of uncultivated *Phoenix* individuals from isolated Oman populations, cultivated date palm varieties, and other related *Phoenix* species. The results show that *Phoenix dactylifera* can be differentiated from other species. We could also characterize ancestral seed shape features present in uncultivated populations. Within *Phoenix dactylifera*, the agrobiodiversity appears complex in terms of geographical structure; the distribution pattern of seed shapes points to human dispersal routes that spread cultivation from one or more initial 'domestication centres'.
In addition, this work provides a powerful tool to identify ancient forms as demonstrated by the analysis of well-preserved desiccated seeds from Egyptian archaeological sites (14th c. BCE - 8th c. CE) compared to the morphometrical reference model based on the analysis of modern material. Allocation of archaeological seeds to different modern *Phoenix* forms and date palm morphotypes

reveals ancient forms consumed and/or exploited in Egypt, and finally evidence spatialized developments of the agrobiodiversity.

INDEX

Mots-clés : agrobiodiversité, domestication, Égypte, transformées elliptiques de Fourier, biogéographie historique, Phoenix spp. , Phoenix dactylifera, morphologie des graines
Keywords : agrobiodiversity, Egypt, Elliptic Fourier Transforms, historical biogeography, Phoenix spp., seed shape
Index géographique : Espagne, Afrique du Nord, Sahara, Afrique de l'Est, péninsule Arabique, Oman, golfe Persique, Mésopotamie, Méditerranée

AUTEURS

CLAIRE NEWTON

Centre de bio-archéologie et d'écologie (UMR 5059 CNRS / Université Montpellier 2 / EPHE / INRAP). Institut de botanique. 163 rue Auguste Broussonet, 34090 Montpellier, France
Department of Archaeology, University of Nottingham. University Park, Nottingham NG7 2RD, UK
Addresse actuelle : Laboratoire d'archéologie et de patrimoine, Université du Québec à Rimouski, 300 allée des Ursulines, Rimouski (Qc) G5L 3AI, Canada

JEAN-FRÉDÉRIC TERRAL

Centre de bio-archéologie et d'écologie (UMR 5059 CNRS / Université Montpellier 2 / EPHE / INRAP). Institut de botanique. 163 rue Auguste Broussonet, 34090 Montpellier, France
Université Montpellier 2. Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier, France

SARAH IVORRA

Centre de bio-archéologie et d'écologie (UMR 5059 CNRS / Université Montpellier 2 / EPHE / INRAP). Institut de botanique. 163 rue Auguste Broussonet, 34090 Montpellier, France

MURIEL GROS-BALTHAZARD

Centre de bio-archéologie et d'écologie (UMR 5059 CNRS / Université Montpellier 2 / EPHE / INRAP). Institut de botanique. 163 rue Auguste Broussonet, 34090 Montpellier, France
UMR DIADE, équipe DYNADIV. Institut de recherche pour le développement. 911 avenue Agropolis, 34394 Montpellier, France

CLAIRE TITO DE MORAIS

Centre de bio-archéologie et d'écologie (UMR 5059 CNRS / Université Montpellier 2 / EPHE / INRAP). Institut de botanique. 163 rue Auguste Broussonet, 34090 Montpellier, France
UMR DIADE, équipe DYNADIV. Institut de recherche pour le développement. 911 avenue Agropolis, 34394 Montpellier, France
Adresse actuelle : Ecosystem Management, Department of Environmental Science, ETH Zürich, Universitätstrasse 16, Zürich 8092, Switzerland

SANDRINE PICQ

Centre de bio-archéologie et d'écologie (UMR 5059 CNRS / Université Montpellier 2 / EPHE / INRAP). Institut de botanique. 163 rue Auguste Broussonet, 34090 Montpellier, France

MARGARETA TENGBERG

Archéozoologie, Archéobotanique : sociétés, pratiques et environnements (UMR 7209 CNRS / MNHN Paris). 55 rue Buffon - CP 56, 75005 Paris, France

JEAN-CHRISTOPHE PINTAUD

UMR DIADE, équipe DYNADIV. Institut de recherche pour le développement. 911 avenue Agropolis, 34394 Montpellier, France